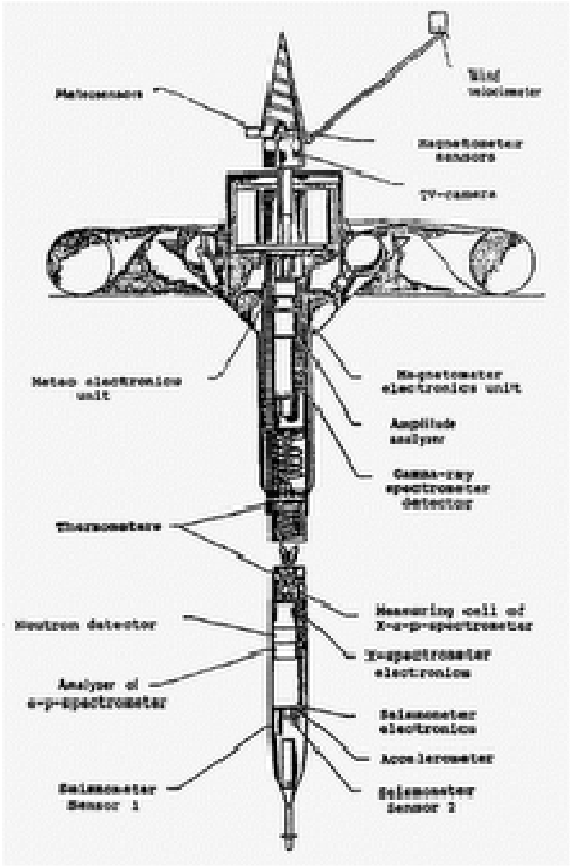
MetNet nació en el año 2000 dentro del marco de varias iniciativas rusas para poder saldar la deuda que la antigua URSS había contraído con Finlandia, deuda que había sido heredada por la Federación Rusa. Las instituciones encargadas del proyecto serían el Instituto Meteorológico Finés (FMI) y el Instituto de Investigaciones Espaciales de la Academia de Ciencias de la Federación Rusa (IKI). La construcción de la sonda propiamente dicha correría a cargo de la empresa rusa NPO Lavochkin, fabricante de todas las naves

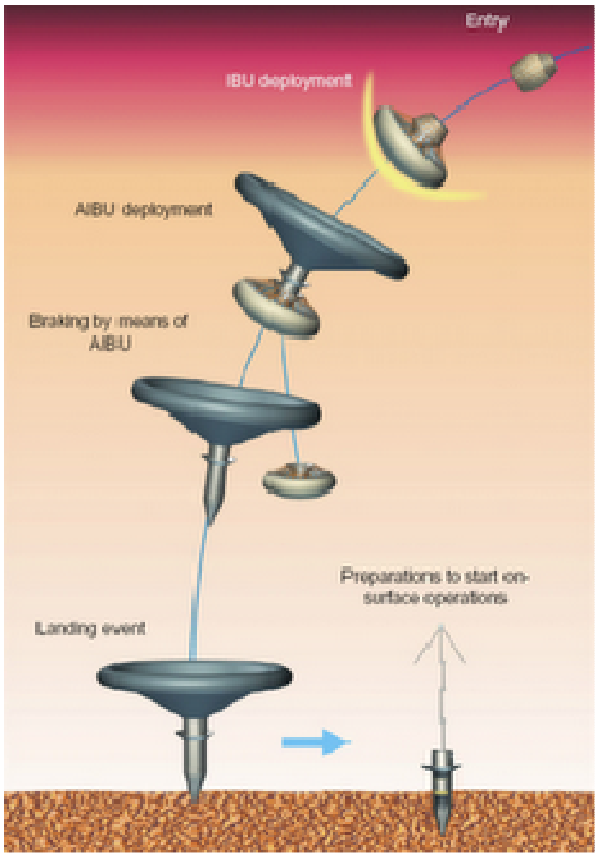
interplanetarias soviéticas y rusas. El diseño de la nave aprovecharía la experiencia ganada en la construcción malograda misión Mars 96, que incorporaba varias sondas penetradoras.



Sonda penetradora de Mars 96 (IKI).

El objetivo de las sondas, denominadas Pequeñas Estaciones Meteorológicas (MMS en ruso) o *MetNet Landers*, es el estudio de la estructura de la atmósfera marciana durante la entrada y descenso, así como el seguimiento del clima del planeta rojo durante al menos un año marciano (687 días marcianos). La ausencia de un escudo térmico

tradicional permite reducir la masa de las sondas a 19 kg cada una, de los cuales 2,5 kg están reservados a la carga útil. En efecto, los MetNet Landers utilizan un escudo térmico neumático desplegable (denominado *Inflatable Braking Unit*, IBU**, u ONTU en ruso) de un metro de diámetro para la entrada en la atmósfera. Cuando la velocidad descienda por debajo de Mach 0,8, se desplegará un faldón aerodinámico de 1,8 metros de diámetro denominado** AIBU **(***Additional Inflatable Braking Unit***, DNTU en ruso), que reducirá la velocidad de descenso y estabilizará al vehículo. Durante la etapa de entrada, la sonda sufriría una deceleración de hasta 29 g. El escudo térmico IBU se desprenderá una vez en la atmósfera marciana y la sonda impactará contra el suelo a gran velocidad (45-58 m/s, dependiendo de la altura de la zona de aterrizaje). Por este motivo, la carga útil estaría situada dentro de una sonda penetradora especialmente diseñada para aguantar el impacto. El faldón del AIBU debe evitar además que la sonda se entierre a una profundidad excesiva, impidiendo las comuniciones con la Tierra.**



Esquema de la entrada y descenso de una estación MetNet en Marte (FMI/NPO Lavochkin).

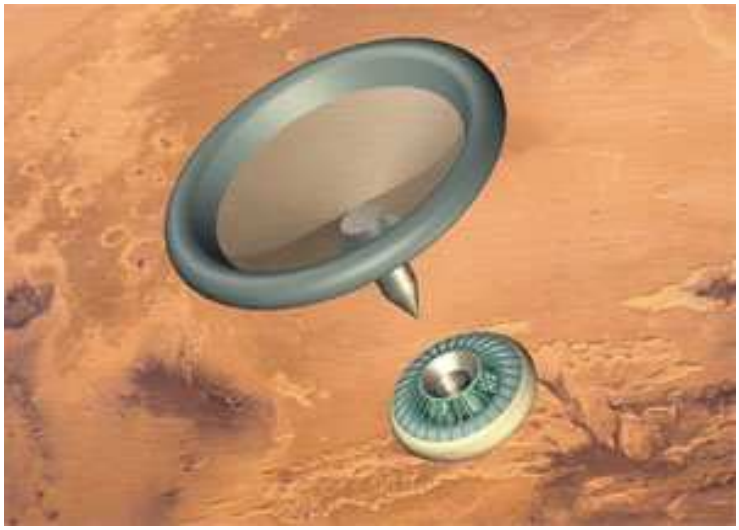
MetNet en configuración plegada para el vuelo a Marte (NPO Lavochkin).

Despliegue del escudo térmico IBU (NPO Lavochkin).

Despliegue del AIBU (NPO Lavochkin).

Separación del IBU (NPO Lavochkin).

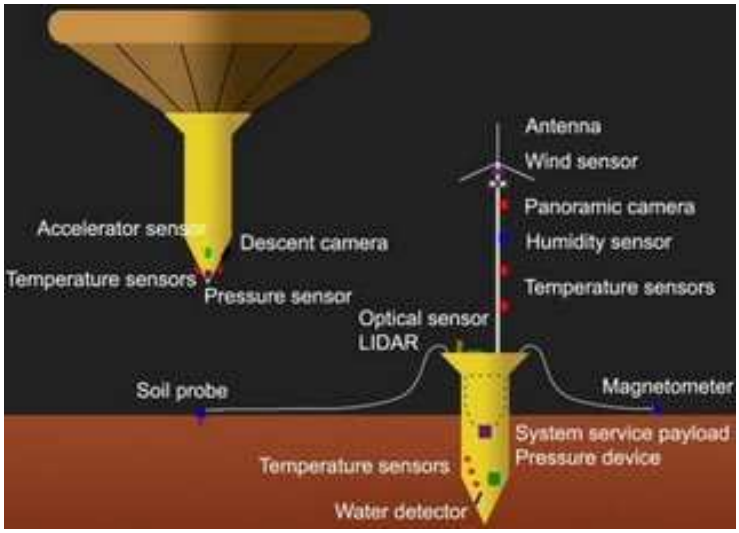
Descent Phase Unit (NPO Lavochkin).



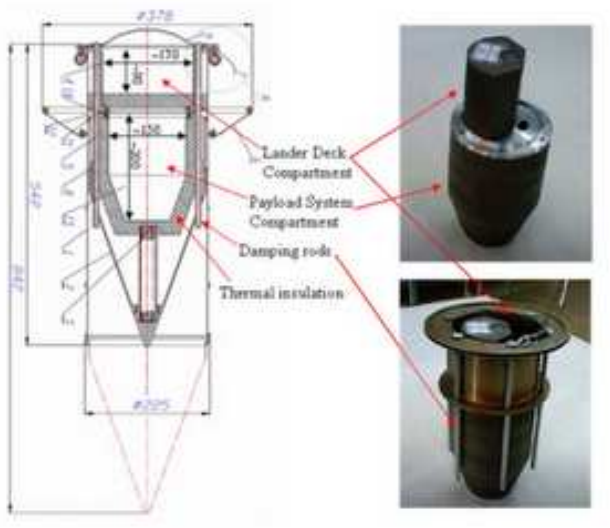
Separación del IBU (NPO Lavochkin).

La sonda propiamente dicha, denominada *Descent Phase Unit* (DPU), está formada por un módulo de equipamiento (*Equipment Module*, EM), dividido a su vez en el *Payload System Compartment* (PSC) y el *Lander Deck Compartment* (LDC). En el PSC se encuentra la aviónica de la nave y un RTG, que funciona al mismo tiempo como fuente de alimentación eléctrica y de control térmico del vehículo. En el LDC se encuentran los instrumentos científicos que deben ser expuestos al medio ambiente marciano: un LIDAR/sensor óptico, una sonda desplegable para el estudio del suelo, un magnetómetro y un mástil meteorológico que incorpora sensores de viento, humedad, temperatura y una cámara panorámica de 1028x1280 pixels. Otros instrumentos estarían situados en la parte inferior de

la DSC: sensores de temperatura, humedad y un sismómetro. Además se podría incorporar una cámara para tomar imágenes durante el descenso similar a la cámara panorámica de la LDC. En el periodo 2002-2004 se llevaron a cabo pruebas de impacto de la sonda y en 2003-2006 se ensayó la integración de la carga útil con modelos de vuelo.



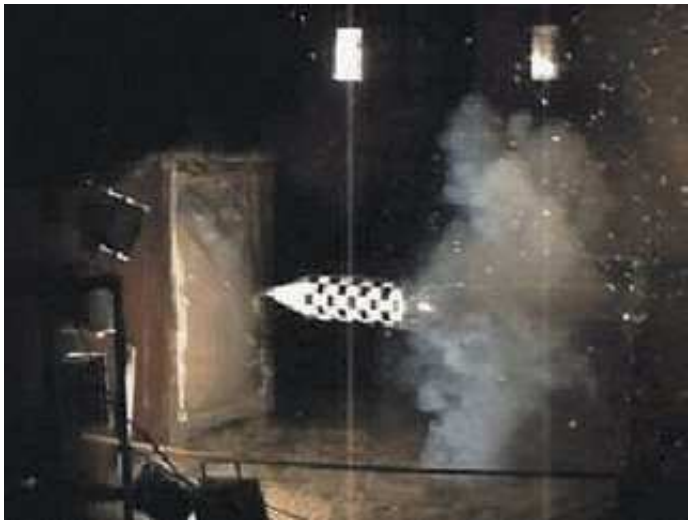
Instrumentación de la sonda (MetNet).



Estructura del módulo de equipamiento (MetNet).

Cámara panorámica (MetNet).

Antena y mástil meteorológico (MetNet).

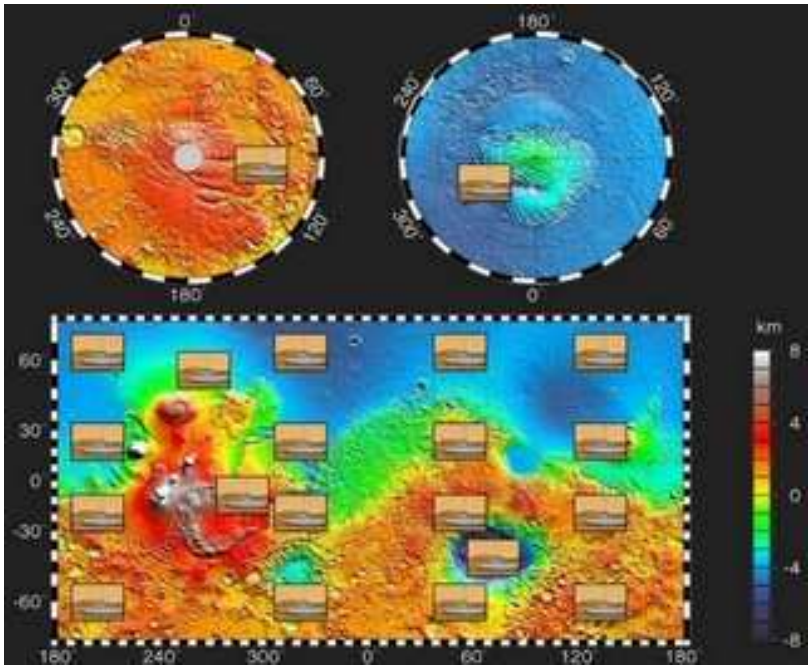


Modelo de la sonda durante las pruebas de impacto (MetNet).

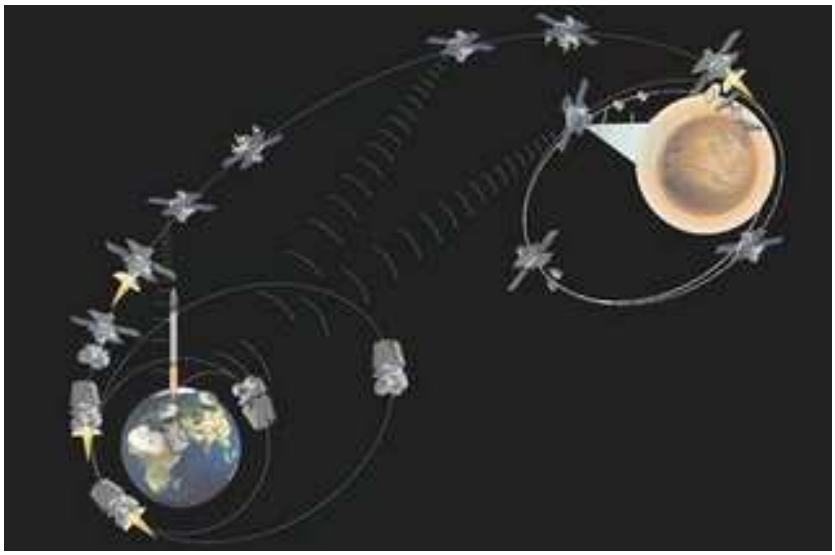
Pruebas del escudo térmico (MetNet).

El uso de estructuras inflables para la entrada y descenso en una atmósfera planetaria constituyen la principal novedad tecnológica de esta misión y la convierten en un banco de pruebas para futuras misiones interplanetarias de bajo

coste. Sin embargo, estaba claro que precisamente debido a su novedad, MetNet era una misión sumamente arriesgada. Por eso se decidió desarrollar antes una misión precursora -consistente en una única estación- llamada *MetNet Mars Precursor Mission* **(**MetNet MPM**), que será lanzada junto con la sonda rusa Phobos-Grunt (irá acoplada a la etapa Fregat-SB). MetNet MPM es una misión internacional que cuenta con la participación de España, además de Finlandia y Rusia. En concreto, la carga útil científica de MPM ha sido suministrada por el Instituto de Técnica Aeroespacial (INTA) dentro del marco del proyecto MEIGA. Esta carga útil consiste en algunos de los instrumentos arriba mencionados: un magnetómetro triaxial, un sensor de irradiancia solar, un enlace de comunicaciones ópticas inalámbricas y un sistema barredor con un sensor de polvo depositado. Finlandia contribuye también con sensores de humedad y presión. La masa total de MPM es de 16,8 kg, de los cuales 7,9 kg corresponden a los escudos aerodinámicos y 8,9 kg al módulo de aterrizaje.**



Posible zonas de aterrizaje para MPM (MetNet).



MPM debe viajar a lomos de la Fobos-Grunt (MetNet).

Logo del proyecto MEIGA.

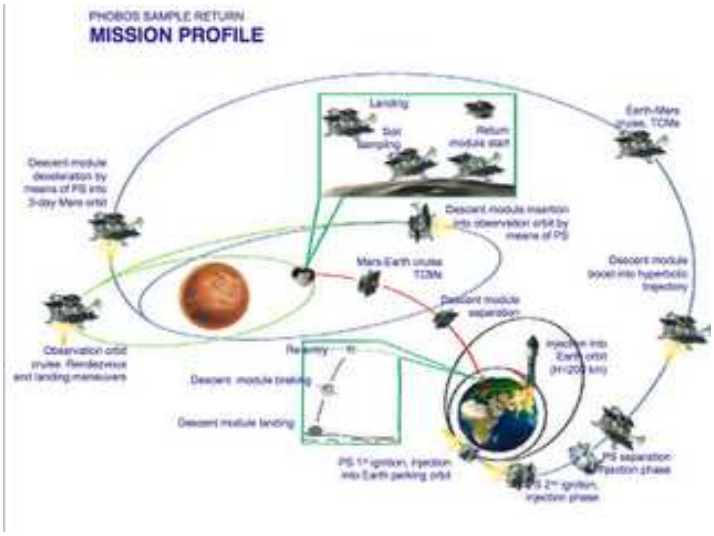
Si la misión MPM es un éxito, los planes iniciales para crear una red marciana con 16-20 estaciones meteorológicas podrían hacerse realidad en un futuro cercano. Además de las estaciones de superficie, una futura misión incluiría un orbitador basado en la Mars Express para retransmitir los datos a la Tierra. Pero por encima de todo, si todo va bien es muy posible que en los próximos años podamos ver una nave con participación española en la superficie marciana, algo realmente revolucionario en la historia de nuestro país.

El aterrizaje de la Phobos-Grunt

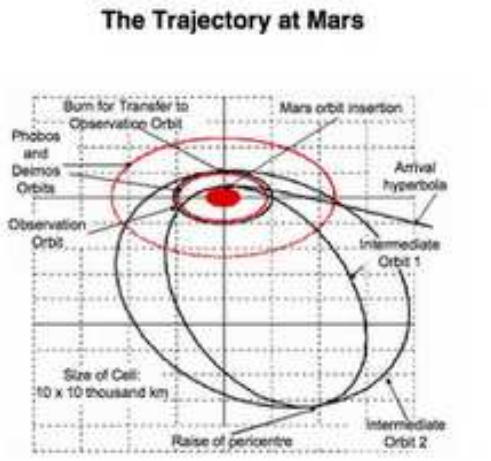
Seguimos con la Fobos-Grunt. Los detalles sobre la misión escasean, especialmente en lo relativo a la planificación del aterrizaje. Por eso me ha gustado una presentación de A. Zhakarov (IKI) denominada ***Navigation and Motion Control of the Phobos-Soil S/C during Approach and Landing***. Como su título indica, el documento está dedicado a las maniobras de aproximación y aterrizaje que debe realizar la Fobos-Grunt para posarse sobre la pequeña luna marciana.

Наименование	Масса, кг
Transfer-Orbital Module:	
– dry	890
– charged	1 240
Returned Module:	
– dry	106.68
– charged	148.1
Returned capsule	10.9
Martian meteorological Station (MMC)	16
Framework with adapter and separation system	172
Chinese Spacecraft YH-1	115
Cruise propulsion system:	
– dry	592
– charged	5 842
Droppable fuel tank:	
– dry	330
– charged	3 390
Reserve	66
SC "Phobos-Soil"	
– dry	**2 163.56**
– charged	**11 100**

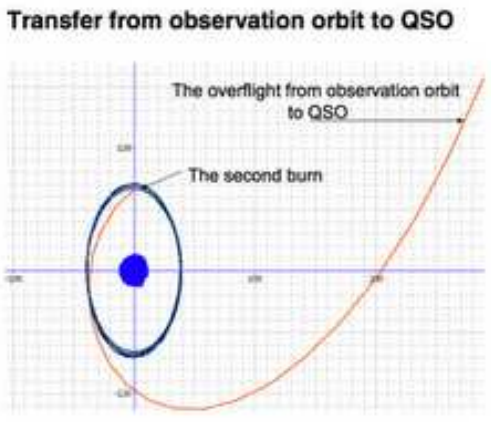
Características generales de la Phobos-Grunt (IKI/Roskosmos).


PHOBOS SAMPLE RETURN
MISSION PROFILE
Landing
Soil sampling
Return module start
Earth-Mars cruise, TCMs
Descent module deceleration by means of PS into 3-day Mars orbit
Descent module insertion into observation orbit by means of PS
Mars-Earth cruise. TCMs
Descent module boost into hyperbolic trajectory
Descent module separation
Observation orbit cruise. Rendezvous and landing maneuvers
Reentry
Descent module braking
Descent module landing
PS separation. Injection phase
PS 1st ignition, injection into Earth parking orbit
PS 2nd ignition, injection phase

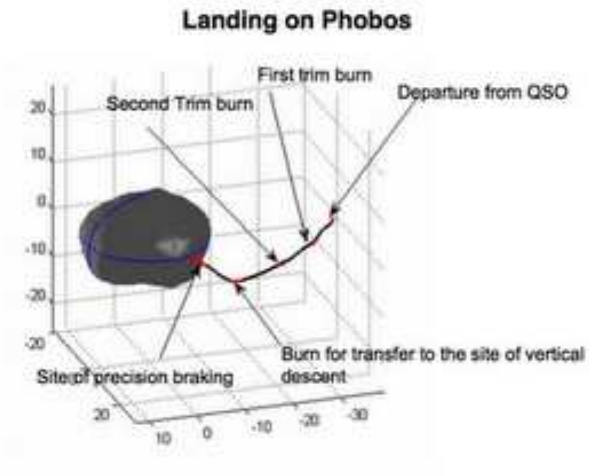
Esquema de la misión (IKI/Roskosmos).



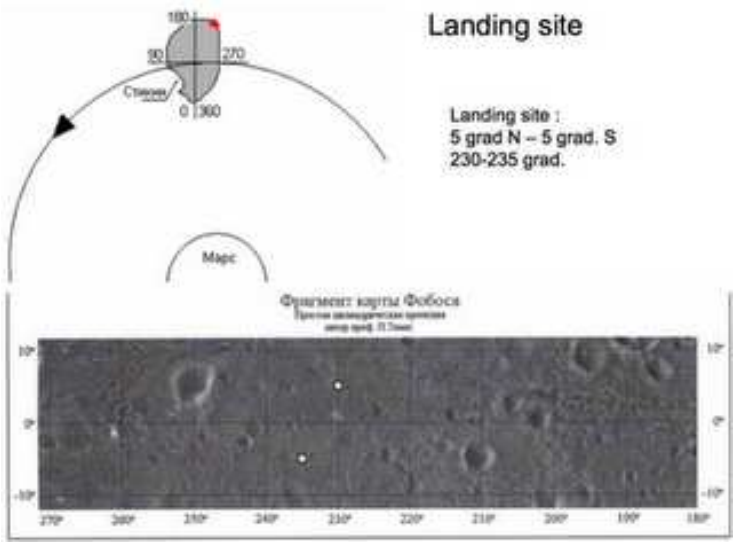
Maniobras principales que debe realizar la sonda para alcanzar la órbita de Fobos: tras la inserción orbital, serán necesarias dos órbitas intermedias antes de alcanzar el satélite (IKI/Roskosmos).



Inserción en una órbita cuasisincrónica alrededor de Fobos (IKI/Roskosmos).


Landing on Phobos
First trim burn
Second Trim burn
Departure from QSO
Site of precision braking
Burn for transfer to the site of vertical descent

Aterrizaje desde la QSO: se realizarán dos encendidos antes de comenzar el descenso vertical (IKI/Roskosmos).



Posibles zonas de aterrizaje (IKI/Roskosmos).

Las condiciones que deben tenerse en cuenta en el momento del aterrizaje son:

- Situarse en una órbita cuasi-sincrónica (QSO) alrededor de Fobos.
- Iluminación: el ángulo formado por el Sol y la sonda con la superficie deberá ser de 20º-70º.
- Visibilidad desde las estaciones de Yevpatorya, Ussuryisk y el lago Medved.

Los instrumentos que se usarán en esta maniobra serán:

- Altímetro láser.
- Sensor estelar.
- Sistema de navegación inercial.
- Sistema de televisión.
- Radar Doppler.

El culebrón de la Fobos-Grunt

Cuando todo el mundo, incluido un servidor, daba por hecho el aplazamiento del lanzamiento de la sonda marciana Fobos-Grunt a 2011, resulta que ayer mismo Roskosmos comunicó que la nave sería lanzada este año como originalmente estaba planeado. El anuncio de la agencia espacial rusa niega la veracidad de las informaciones relativas al aplazamiento que han circulado durante los últimos meses y afirma que la compañía NPO Lavochkin sigue con los preparativos sin ningún tipo de retraso.

Hasta aquí, todo bien. El problema es que el anuncio de Roskosmos no da ninguna fecha para el lanzamiento ni señala qué cohete se va a emplear. Fobos-Grunt deberá ser lanzada por un Zenit-3F con una etapa Fregat-SB, pero el único cohete de este tipo que actualmente se encuentra en Baikonur está destinado al satélite Elektro-L. Por supuesto, podría utilizarse este lanzador para la Fobos-Grunt, pero el problema es que la sonda marciana no empleará este modelo de Fregat-SB, sino una variante de la misma denominada MDU. La combinación Zenit-Fregat no ha volado nunca, por lo que muchos esperaban que Rusia lanzase antes al Elektro-L para verificar la idoneidad del conjunto. Los informes sobre la presencia en Baikonur de otro cohete Zenit-3F son contradictorios (cuesta diferenciarlos de los Zenit-3SLB), pero en todo caso el siguiente lanzador de este tipo debía ser utilizado para el Spektr-R. Si se confirma que el lanzamiento tendrá lugar durante este año, está claro que el Spektr-R sería pospuesto de forma indefinida.

Algunos expertos ven en esta decisión de Roskosmos una motivación política: el programa Fobos-Grunt se encuentra bajo mucha presión del gobierno ruso y la cooperación con China ha agravado esta

situación, pues parece ser que las autoridades chinas no ven con muy buenos ojos un aplazamiento de su misión Yinghuo-1. Si se procede con el lanzamiento este año, muchos nos tememos que la Fobos-Grunt puede acabar como las distintas sondas de la serie Mars (Mars-4, 5, 6 y 7) o las Fobos 1 y 2, todas ellas lanzadas con serios problemas técnicos que condujeron a su pérdida. Pese a conocer la existencia de estos defectos, las autoridades soviéticas decidieron seguir adelante con las misiones por motivos políticos. Esperemos que la historia no se repita una vez más.

El Zenit-3F en Baikonur

Hoy por la mañana se ha trasladado el primer Zenit-3F a la rampa nº 1 del Área 45 de Baikonur para realizar las pruebas de carga de combustible e integración. El Zenit-3F es una combinación de las dos primeras etapas de un Zenit-3SLB (denominadas Zenit-2SLB o Zenit-2SB) y una etapa superior Fregat-SB. La etapa Fregat-SB es una etapa Fregat normal -similar a las empleadas con los cohetes Soyuz-FG y Soyuz-2- a la que se le ha añadido un compartimento toroidal con cuatro tanques de combustible y oxidante extra. Sus dimensiones son de 2,3 x 3,44 metros y tiene una masa de 10735 kg. El primer lanzamiento del Zenit-3F tendrá lugar en diciembre de este año con el satélite meteorológico Elektro-L a bordo.

ЗЕНИТ-3Ф

ЗЕНИТ-3Ф

ЭЕНИТ-1Ф

ЭЕНИТ-1Ф

Phobos-Grunt aplazada a 2011

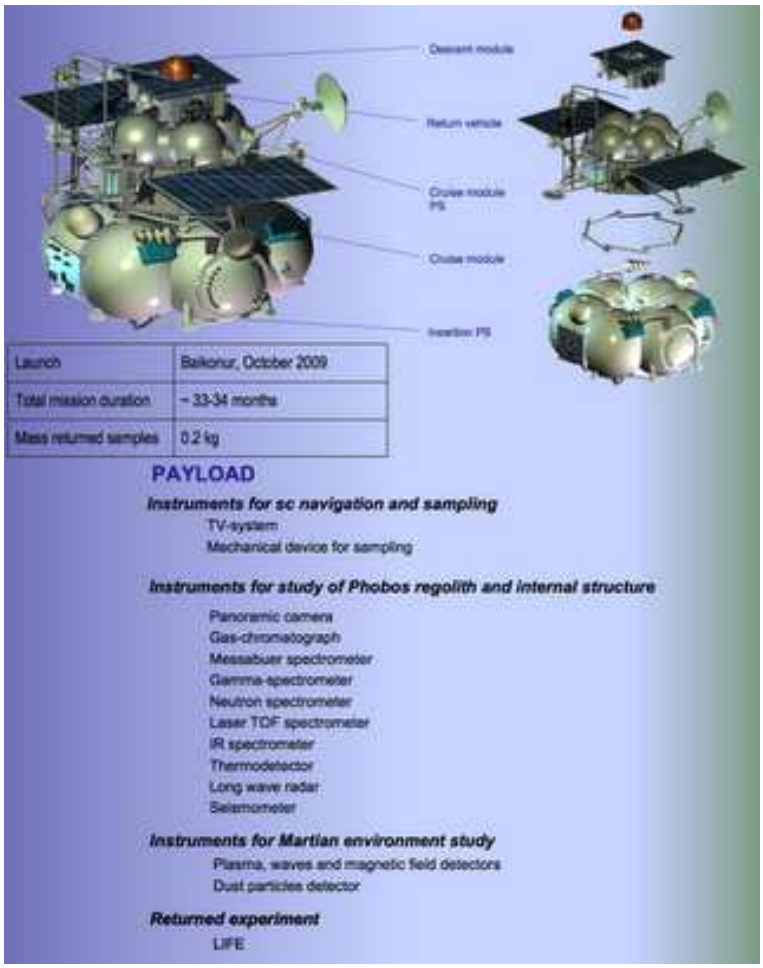
Malas noticias para los entusiastas del Planeta Rojo. Si primero fue el MSL el que sufrió un aplazamiento de su lanzamiento hasta 2011, ahora le toca el turno a la sonda rusa Fobos-Grunt (o Phobos-Grunt, "muestra de Fobos" en ruso). Se trata de un aplazamiento esperado dadas las dificultades técnicas y de financiación que estaba experimentando la misión, pese a contar con la participación china en forma del subsatélite Yinghuo-1. En un reciente artículo de Anatoly Zak en IEE Spectrum se comentaba que muchos elementos de la misión, incluyendo el *software*, se encuentran aún en un estado de desarrollo inicial, nada extraño si tenemos en cuenta que el dinero para la construcción de la sonda de ocho toneladas no empezó a llegar a NPO Lávochkin hasta 2007. De todas formas hay que esperar la confirmación oficial del retraso del lanzamiento por parte de Roskosmos, aunque conociendo a la agencia rusa, es posible que no

ocurra nunca.

Adiós a Fobos-Grunt este año (NPO Lávochkin).

El modelo de vuelo en la sede de Lávochkin. Se aprecia la estructura que debe albergar al minisatélite chino Yinghuo-1 (Fuente: Vesti).

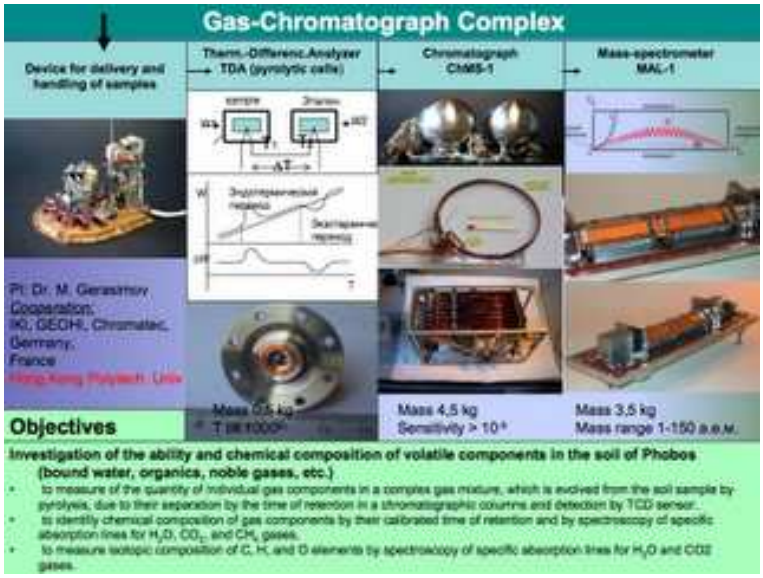
Hablando de Fobos-Grunt, vale la pena echarle un vistazo a este documento de Lev Zelenyi (IKI) en el que se resume magistralmente los objetivos de esta y otras misiones científicas rusas. En él podemos ver imágenes como ésta:



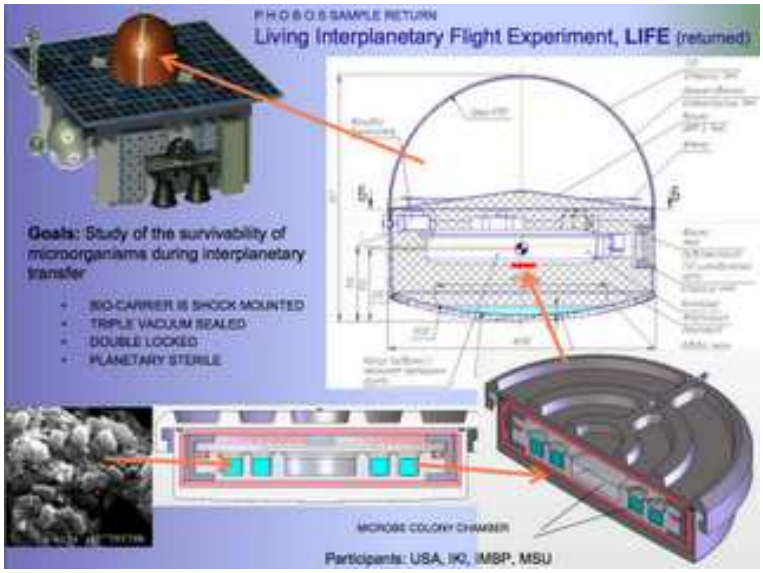
Instrumentos de la sonda (IKI).

PHOBOS SAMPLE RETURN
ROBOTIC ARM
• Precision ± 5 mm
• Velocity 10 ± 3 mm/s
• Length 1000 mm
• Pressure till 1,5 H
• Volume of a sample 0,5–1,5 cm³
• Number of samples min 15
• Mass, total 3,5 kr

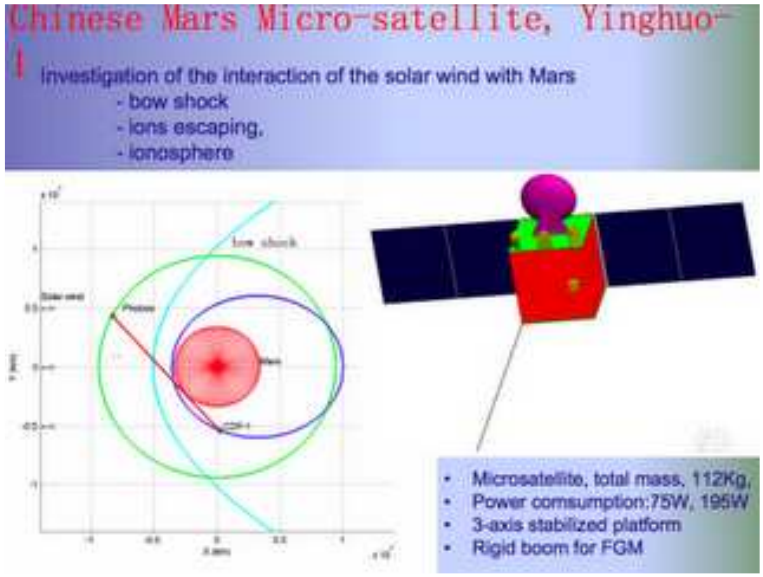
Brazo robot de Phobos-Grunt (IKI).


Gas-Chromatograph Complex
Device for delivery and handling of samples
Therm.-Differenc.Analyzer TDA (pyrolytic cells)
Chromatograph ChMS-1
Mass-spectrometer MAL-1
Mass 4,5 kg
Mass 3,5 kg
Objectives
Investigation of the ability and chemical composition of volatile components in the soil of Phobos
(bound water, organics, noble gases, etc.)

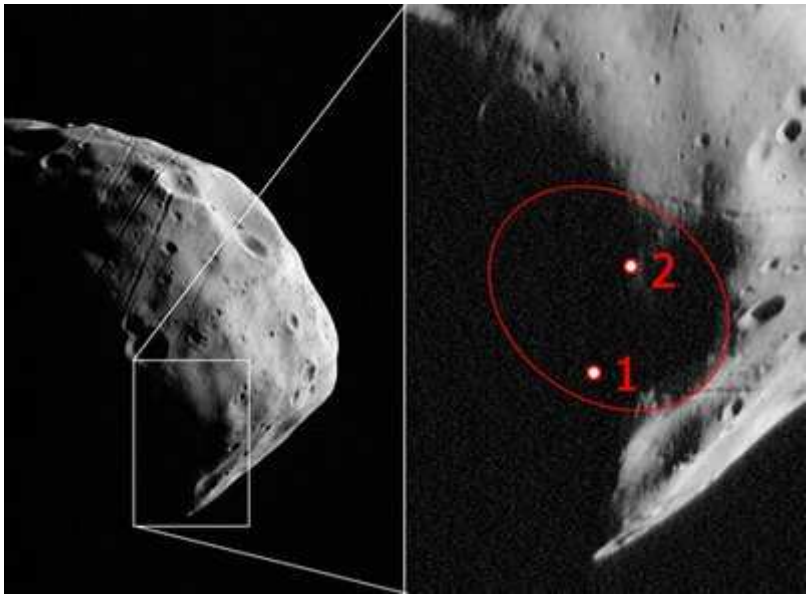
El cromatógrafo que irá a bordo de la sonda (IKI).


PHOBOS SAMPLE RETURN
Living Interplanetary Flight Experiment, LIFE (returned)
Goals: Study of the survivability of microorganisms during interplanetary transfer
BIO-CARRIER IS SHOCK MOUNTED
TRIPLE VACUUM SEALED
DOUBLE LOCKED
PLANETARY STERILE
MICROBE COLONY CHAMBER
Participants: USA, IKI, IMBP, MSU

El experimento LIFE (IKI).



El microsatélite chino Yinghuo-1 de 112 kg (IKI).



Zonas de "afobosizaje" (IKI).

Fobos-Grunt debe ser lanzada desde Baikonur mediante un cohete Zenit empleando una etapa superior hipergólica **Fregat-SB**, una variante de la etapa Fregat empleada en los cohetes Soyuz y también fabricada por NPO Lávochkin. Esta combinación es novedosa, pues el Zenit sólo había usado hasta la fecha la tercera etapa Blok-DM, de RKK Energía. De hecho, hace muy poquito hemos podido ver las pruebas de integración de esta etapa con el cohete Zenit-3SLB en Baikonur de cara al próximo lanzamiento este año del satélite meteorológico Elektro-L. La combinación Zenit-3SLB con la etapa Fregat-SB se denomina **Zenit-3SLBF** o **Zenit-3F**. La etapa Fregat-SB es una etapa Fregat normal a la que se le ha añadido un compartimento toroidal con cuatro tanques de combustible y oxidante extra. Sus dimensiones son de 2,3 x 3,44 metros y tiene una masa de 10735 kg.

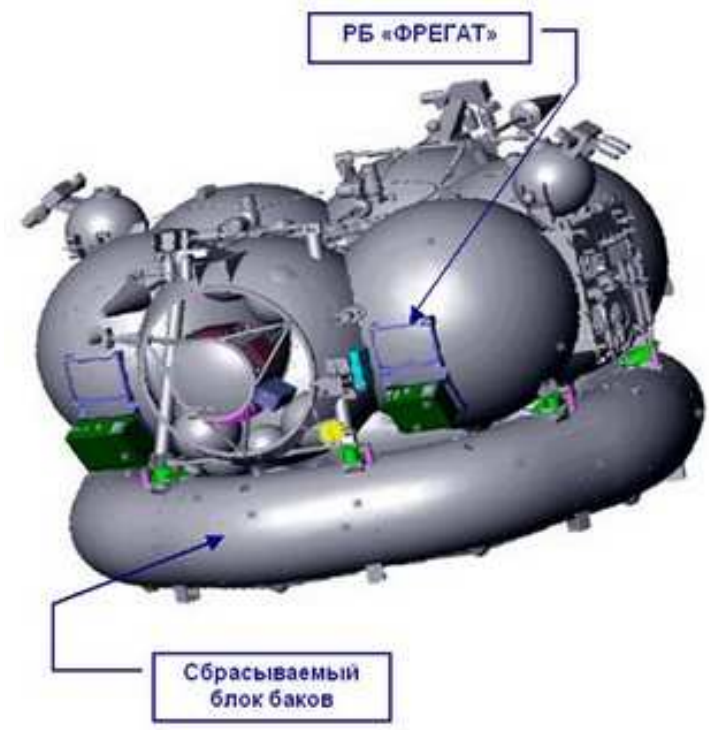
Etapa Fregat-SB en Baikonur (Roskosmos).

Traslado en la cofia al MIK-41 para las pruebas con el cohete (Roskosmos).

ЗЕНИТ-3Ф

ЗЕНИТ-3Ф

Integración con el Zenit-3F (Roskosmos).



Etapa Fregat-SB (NPO Lávochkin).

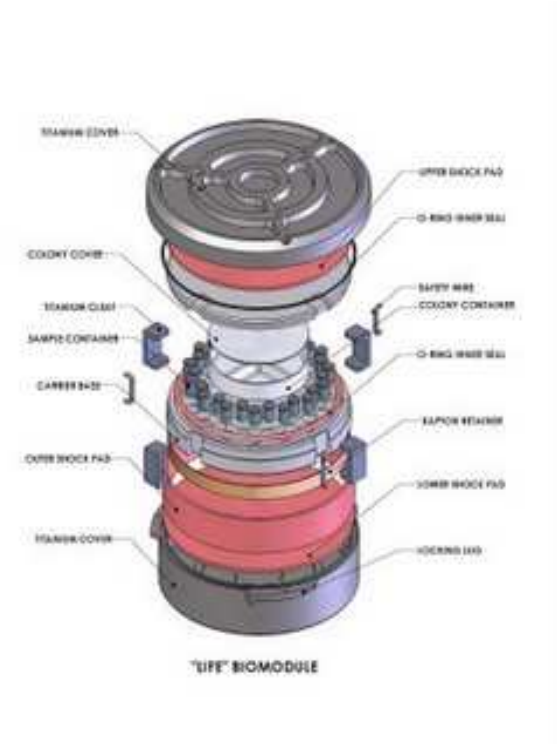
LIFE en Fobos

No había tenido tiempo de comentar por aquí el experimento LIFE (*Living Interplanetary Life Experiment*), patrocinado por La Sociedad Planetaria y que viajará a bordo de la sonda rusa Fobos-Grunt. El experimento consiste en un pequeño contenedor con microorganismos terrestres que viajará hasta Marte y regresará a la Tierra dentro de la cápsula con muestras de Fobos en un viaje que durará tres años.

La cápsula de muestras volverá a la Tierra sin paracaídas, por lo que el experimento debe ser diseñado para aguantar hasta 4000 g's. Los microorganismos elegidos comprenden los tres dominios de la vida terrestres (bacterias, archaea y eucariotas), para poder estudiar así el efecto del medio interplanetario sobre las distintas formas de vida y poner límites de este modo a la teoría de la panspermia entre planetas. El contenedor, que incluye treinta tubos de muestra con los microastronautas terrestres, tiene forma de disco, está hecho de titanio y tiene una masa de menos de 100 g. Eso sí, las muestras incluirán microorganismos desecados e

inactivos, sin fuentes de alimentación o energía, por lo que nadie se espere encontrar una cepa de bichos mutantes si logran regresar.

Contenedor LIFE (The Planetary Society).



Partes del experimento (The Planetary Society).

Maqueta de Fobos-Grunt (The Planetary Society).

Lo que me ha llamado la atención, sin embargo, ha sido la reciente polémica en los EE UU sobre si este experimento podría contaminar biológicamente Marte. Teniendo en cuenta que se trata de un experimento para el estudio de la panspermia, el que tal contaminación se produjese no dejaría de ser una gran ironía. El caso es que, una vez más, algunos medios estadounidenses han reaccionado de forma histérica y desproporcionada en lo que constituye toda una falta de respeto hacia la Sociedad Planetaria y Rusia. Huelga decir que esta reacción no se produciría si la sonda fuese de la NASA, por supuesto. Hay que recordar que Fobos-Grunt debe estudiar Fobos, no Marte, así que las probabilidades de que la cápsula acabe

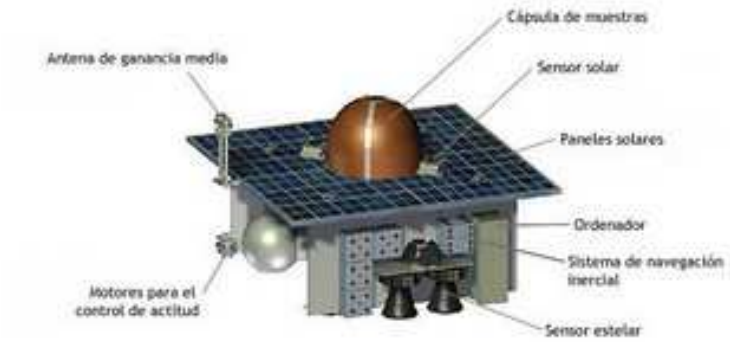
en la superficie marciana son escasas, aunque obviamente no nulas. Pero puesto que el experimento ha sido diseñado para sobrevivir una reentrada en la atmósfera terrestre (dentro de la cápsula) y un posterior impacto con la superficie, podría resistir un "amartizaje" en la mayor parte de los escenarios posibles. Por supuesto, si la sonda tuviese la mala fortuna de impactar contra Marte y las muestras se liberasen, debemos recordar que la superficie marciana es hostil para la vida (no así el subsuelo). De todas formas, si Marte fuese tan fácil de contaminar, la polémica sería absurda porque el planeta rojo debería estar ya a estas alturas lleno de organismos terrestres. Lo triste del caso es que estos artículos rusófobos causan un daño importante a largo plazo, daño que será evidente cuando planifiquemos las primeras misiones tripuladas a Marte. Al fin y al cabo, una sonda podemos descontaminarla, pero obviamente no podemos hacer lo mismo con un ser humano.

Fobos-Grunt

La sonda rusa Phobos-Grunt parece que al final será lanzada en 2009. Se trata de una ambiciosa misión heredera de las malogradas Fobos de finales de los años 80 que intentará traer una muestra de la superficie de Fobos a la Tierra. Lo mejor es el método de aterrizaje que emplea la cápsula con las preciadas muestras: nada de paracaídas ni zarandajas semejantes...vamos, igualito que la Génesis, pero adrede.

Esquema y partes de la sonda:

Instalación para la recogida de muestras
Cápsula de muestras
Paneles solares
Tanques de combustible para los motores de frenado
Tren de aterrizaje
Antena de alta ganancia
Antena de baja ganancia
Motores de control de actitud (estabilización y orientación)
Sensor solar



Trayectoria de ida y vuelta de la sonda: